

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Самісько Тетяна Олександрівна

УДК 656.13.027+519.216.3+629.058

**ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ НА МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ
ДОРІГ ЯК СКЛАДОВОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ КРАЇНИ**

Спеціальність 05.22.01 – Транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Харківській національній академії міського господарства
Міністерства освіти і науки України, м. Харків

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Гаврилов Едуард Васильович,
Харківська національна академія міського
господарства.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Панішев Анатолій Васильович
Житомирський державний технологічний університет
Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри
«Інформатики та комп'ютерного моделювання», (м.
Житомир);

кандидат технічних наук
Лановий Олександр Тимофійович
національний транспортний університет (НТУ)
Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри «Транспортні системи та безпека
дорожнього руху», (м.Київ).

Захист відбудеться “ 25 ” серпня 2010 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні
спеціалізованої ради Д 64.089.03 у Харківській національній академії міського
господарства за адресою 61002, м. Харків, вул. Революції, 12

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської національної
академії міського господарства за адресою: 61002, м. Харків, вул. Революції, 12

Автореферат розісланий “ 15 ” липня 2010 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Линник І.Е.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. У сучасній науці й практиці при довгостроковому прогнозуванні характеристик компонентів транспортної системи країни приділяється увага інтенсивності й швидкості руху, обсягу перевезень, навантаженню на вісь. Разом з тим, багато характеристик компонентів транспортної системи, що мають значний вплив на її функціонування, ще не спрогнозовані. До таких характеристик слід віднести прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством і кадрового складу працівників, які виконують ці роботи. При цьому, щодо довгострокового прогнозування, не в повній мірі аналізується динаміка зміни прогнозованих характеристик у розвитку системи на етапах її еволюції.

У зв'язку з цим актуальним є вирішення завдання довгострокового прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством і кадрового складу працівників як характеристик компонентів транспортної системи країни з урахуванням вказаних недоліків.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до бюджетних тем, номер державної реєстрації №0107U000252 «Системні засоби з технологічного проектування, організації логістичної та ергономічної підтримки транспортних процесів міста», номер державної реєстрації №0104U009624 «Розробити систему управління безпекою руху на пересіченнях міського типу в одному рівні на прикладі площі Повстання у м. Горлівка» та «Програми економічного і соціального розвитку м.Горлівки на 2010 рік в частині ремонту автомобільних доріг за рахунок податку з власників транспортних засобів».

Мета й завдання дослідження. Мета дослідження полягає в удосконаленні методу довгострокового прогнозування обсягів робіт на мережі автомобільних доріг як складової транспортної системи країни на підставі визначення динаміки обсягів робіт, загальної потреби в інженерних кадрах, як характеристик компонентів транспортної системи.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- визначення етапів становлення і розвитку дорожнього господарства України та аналіз методів вирішення завдань прогнозування;
- розробка математичної моделі довгострокового прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством та загальної потреби в інженерних кадрах, як характеристик компонентів транспортної системи країни, яка знаходиться в замкнутому стані;
- визначення параметрів моделі, періодів замкнутих і розімкнутих станів транспортної системи країни, обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством;
- оцінка адекватності моделі;
- розробка довгострокового прогнозу обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством і загальної потреби в інженерних кадрах на прикладі України до 2025 року.

Об'єктом дослідження є процес прогнозування характеристик компонентів транспортної системи країни.

Предметом дослідження є динаміка обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством та загальної потреби в інженерних кадрах, як характеристик компонентів транспортної системи країни.

Методи дослідження включають: історичний метод при визначенні етапів становлення і розвитку дорожнього господарства країни, метод системного аналізу при визначенні характеристик компонентів транспортної системи країни і аналізі існуючих підходів до прогнозування стану і параметрів системи, математичного моделювання при прогнозуванні характеристик компонентів транспортної системи країни; математичної статистики при оцінці адекватності моделі; натурно-експериментальних спостережень при аналізі параметрів, що визначають параметри досліджуваних систем.

Наукова новизна одержаних результатів:

- удосконалено метод еволюційно-імовірнісного прогнозування щодо визначення імовірності переходу характеристик компонентів транспортної системи країни, що складається з суб'єкту праці (трудового колективу) – знаряддя праці (машин і механізмів) – продукту праці (побудованої автомобільної дороги, або дороги що змінила свій стан) з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий) стан в будь-який поточний час існування замкнутої системи. При цьому, на відміну від відомих підходів, враховується не тільки імовірність знаходження системи у початковому (фактичному) стані, а і у кінцевому (заданому);

- набула подальшого розвитку математична модель довгострокового прогнозування щодо обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством та загальної потреби в інженерних кадрах, як характеристик компонентів транспортної системи країни, яка знаходиться у замкнутому стані.

Практичне значення отриманих результатів. На основі удосконалення наукових підходів до довгострокового прогнозування характеристик компонентів транспортної системи країни розроблено методику прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством і загальної потреби в інженерних кадрах до 2025 року (на прикладі України). Запропонований прогноз може бути використаний при розробці інженерних проєктів автомобільних доріг та визначення загальної потреби в інженерних кадрах при формуванні держзамовлення на спеціалістів дорожньо-будівельної галузі. Наукові результати дослідження використовуються при викладанні дисциплін „Транспортне планування великих та значних міст”, „Методи наукових досліджень” для студентів Автомобільно-дорожнього інституту ДВНЗ „ДонНТУ”.

Впровадження запропонованих результатів на підприємствах ВАТ «Державна акціонерна компанія «Автомобільні дороги України» ДП «Донецький облавтодор», Управління житлово-комунального господарства Горлівської міської ради дало змогу виконувати прогнозування матеріальних витрат для виконання заданих обсягів робіт й загальної потреби в інженерних

кадрах дорожньої галузі з метою складання перспективного плану задоволення потреби у спеціалістах різних профілів і кваліфікації з урахуванням покриття природного спаду (середній термін активного використання працівників) та отримати ефект, що оцінюється в натуральних показниках.

Особистий внесок здобувача полягає у виборі методичних підходів до експериментальних досліджень та обробки результатів. Усі наукові результати, що виносяться на захист, отримані особисто автором. У публікаціях із співавторами особистий внесок автора складає: розв’язання задачі й надання рекомендації щодо використання результатів [2], визначення параметрів математичної моделі функціонування характеристик компонентів транспортної системи країни, розроблення методики використання моделі довгострокового прогнозування, виконання прогнозу розвитку характеристик компонентів транспортної системи країни [3], виконання аналізу існуючих методів прогнозування кількості спеціалістів дорожньої галузі й здійснення прогнозу потреби в спеціалістах дорожньої галузі [4].

Апробація результатів дисертації. Основні положення й результати дисертаційної роботи були повідомлені на:

- науковій інтернет-конференції «Науковий потенціал України 2008»,
- IV міжнародній науково-практичній конференції «Перспективні розробки науки і техніки – 2008» у Польщі,
- науково-методичному семінарі кафедри “Транспортних систем та безпеки дорожнього руху ” факультету “Транспортних та інформаційних технологій” Національного транспортного університету, м. Київ, Україна, 2010 р.

Публікації. Основні теоретичні і практичні положення дисертаційної роботи опубліковані в 5 наукових статтях у фахових виданнях, що входять до переліку ВАК України, 2 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура й обсяг роботи. Робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел (113 найменувань), а також трьох додатків. Загальний обсяг – 140 сторінок, з них 109 сторінок основного тексту, який містить 18 рисунків та 20 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету й завдання дослідження, визначено об’єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну, розкрито наукове, теоретичне і практичне значення отриманих результатів і напрямки їх впровадження.

Дослідження у **першому** розділі присвячені вивченню основних етапів розвитку наукової думки з прогнозування параметрів мережі автомобільних доріг.

Мережа автомобільних доріг має велику кількість параметрів (рис.1), які можна об’єднати в три групи: геометричні (щільність доріг, протяжність доріг, профіль доріг); експлуатаційні (склад потоку, інтенсивність потоку транспортних засобів, навантаження на вісь автомобіля, швидкість руху

транспортних засобів); функціональні (інтенсивність потоку, склад потоку, інфраструктурні, обсяг експлуатаційних робіт, обсяг будівельних робіт, чисельність робітників, обсяг науково-дослідницьких робіт).

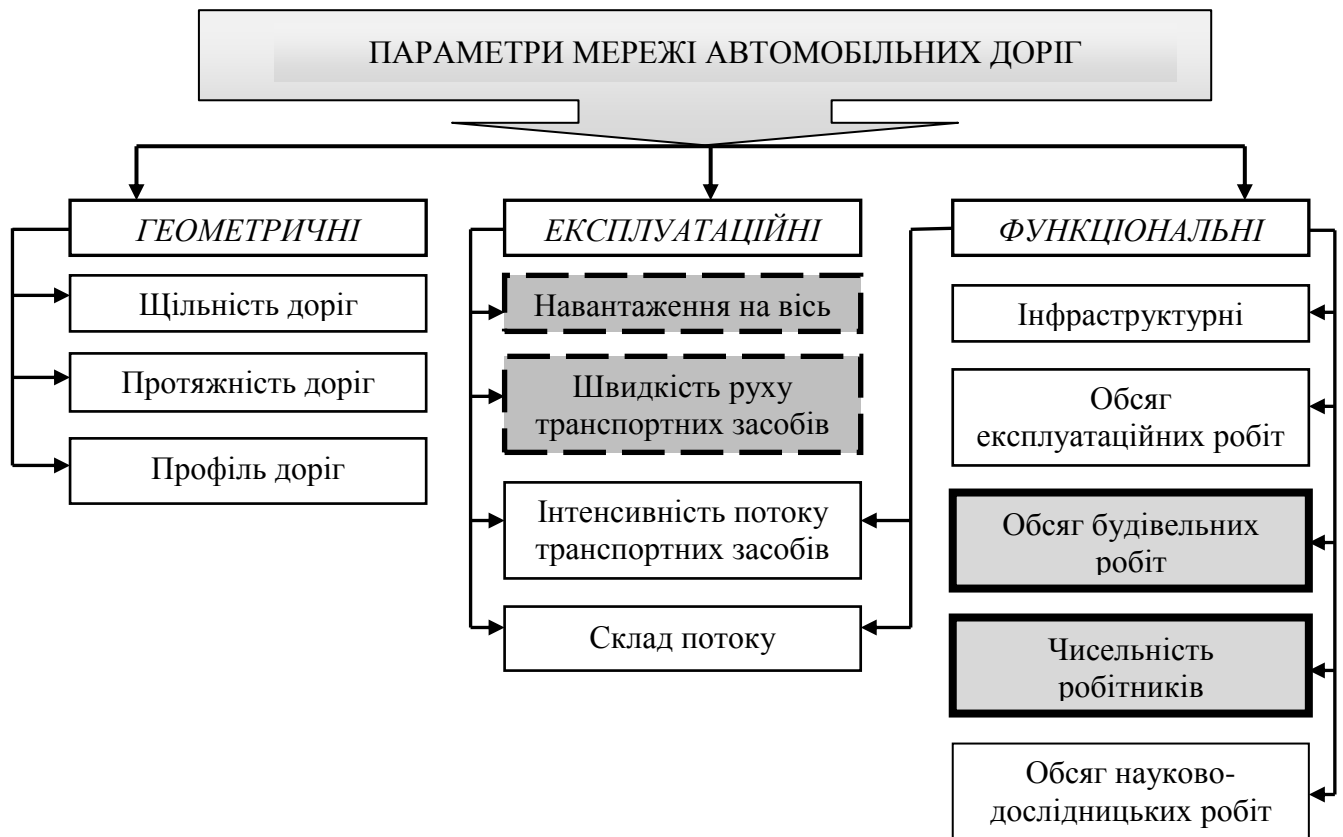


Рис.1. Параметри мережі автомобільних доріг



- параметри, що вже досліджені іншими авторами;
- параметри, що досліджуються в даній дисертаційній роботі

Питання щодо довгострокового прогнозування розглядались в роботах, присвячених довгостроковому прогнозуванню швидкостей руху на автомобільних дорогах та довгостроковому прогнозуванню розрахункових навантажень на автомобільних дорогах.

Основними недоліками при довгостроковому прогнозуванні швидкостей руху та розрахункових навантажень на автомобільних дорогах з використанням еволюційно-імовірнісного метода, є відсутність:

- врахування особливостей зміни системи в періоди її розвитку,
- системного підходу й детального розгляду організаційних характеристик системи.

Аналіз робіт із довгострокового прогнозування дає змогу зробити висновок, що всі прогнози виконувались на підставі етапів становлення і розвитку характеристик компонентів транспортної системи.

Зміна довжини доріг з покриттям за роками наведена на рис. 2. За даними Укравтодору, половина доріг державного значення не відповідає нормативним показникам рівності. За показниками міцності дорожнього покриття не

відповідає фактичним навантаженням третина доріг. В комплексі причин високої аварійності руху незадовільний стан автодоріг займає друге місце (на першому - порушення водіями правил дорожнього руху).

На формування вихідної позиції автора значно вплинули фундаментальні роботи Ю. Г. Антомонова, І. В. Бестужева-Лади, Е. В. Гаврилова, В. К. Долі, В. І. Іванова, В. М. Мандриці, І. В. Мусієнка, В. П. Поліщука, Л. В. Савченко, І. С. Садикова, В. В. Сільянова, С. В. Симоненка, Н. В. Ярещенко.

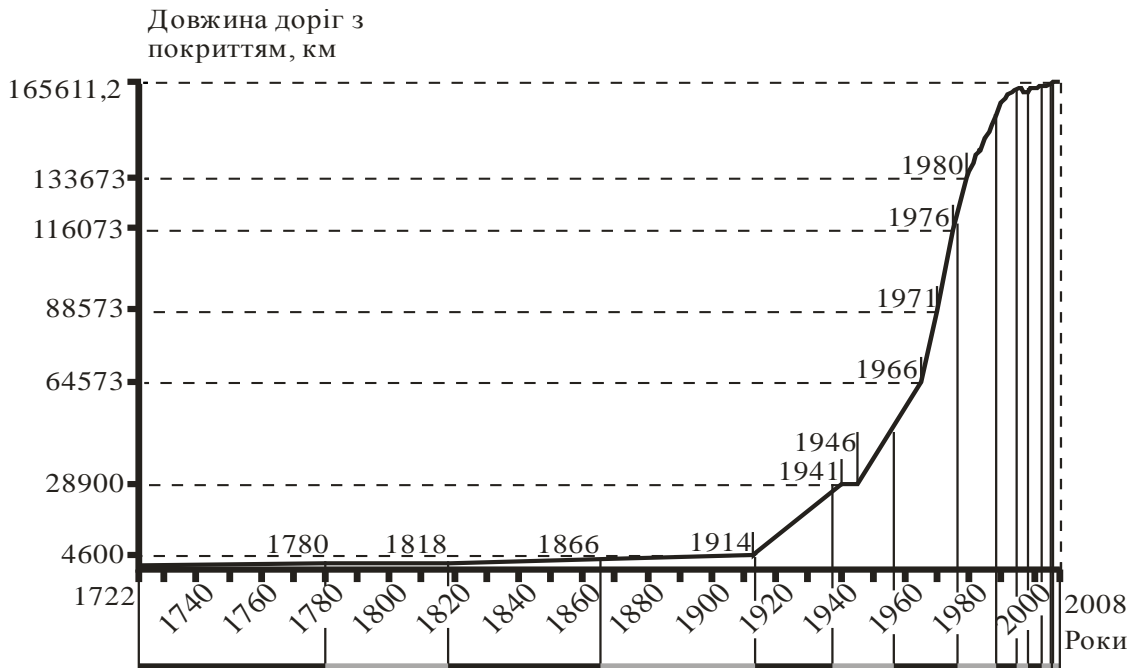


Рис.2. Зміна довжини доріг з покриттям за роками й періодами замкнутого і розімкнутого стану етапів еволюції транспортної системи

— - замкнутий стан системи;
 — - розімкнутий стан системи.

У другому розділі дослідження присвячені вивченню методів вирішення завдань прогнозування. Проаналізовано існуючі методи прогнозування характеристик компонентів транспортної системи (рис. 3). У результаті аналізу виявлено їх основні переваги й недоліки.

Основними недоліками існуючих методів є: незначний термін прогнозування (короткостроковий і середньостроковий), неможливість використання великої кількості факторів при застосуванні експертного методу, залежність прогнозів від компетенції і досвіду експертів, жорстка фіксація моделі зв'язку в матричному методі, подання коефіцієнтів регресії у вигляді часу не виявляє причин їх зміни, неможливість оцінити випадковість і імовірність компоненти досліджуваного процесу при застосування математичних методів.

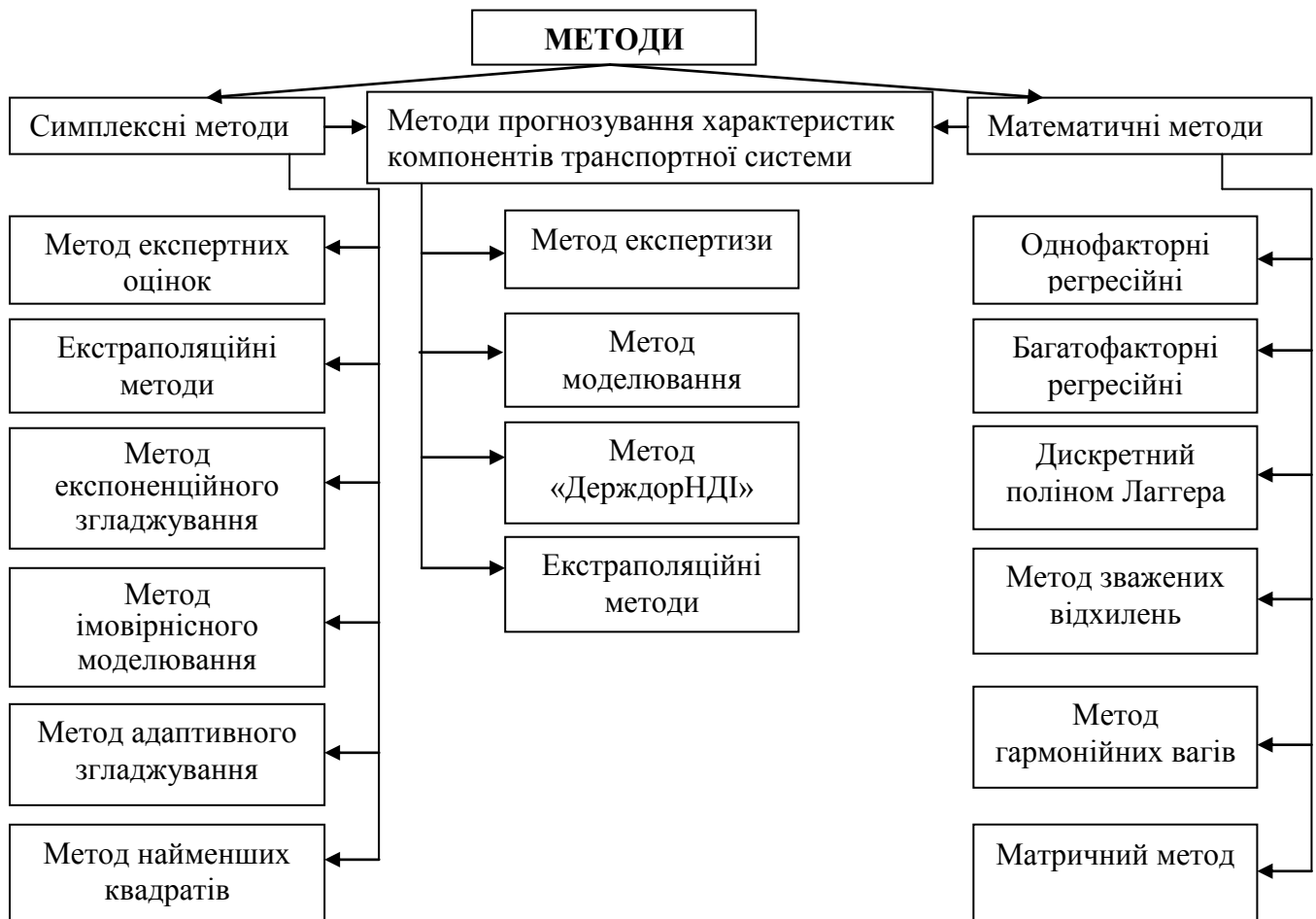


Рис. 3. Методи прогнозування

Вищенаведені недоліки розглянутих моделей прогнозування були враховані Е.В.Гавриловим при розробці методу еволюційно-імовірнісного прогнозування. Згідно з цим методом формується модель імовірності еволюції системи «суб'єкт праці – знаряддя праці – предмет праці – продукт праці», на підставі якої оцінюється не показник стану компонентів системи, а імовірність переходів станів компонентів з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий).

Аналіз стану питання дозволяє зробити наступні висновки:

1) наукові підходи щодо довгострокового прогнозування характеристик компонентів транспортних систем ще не в повній мірі розв'язані;

2) для прогнозування характеристик компонентів транспортних систем бажано враховувати взаємообумовленість та взаємозв'язок компонентів системи та застосовувати наступні методи: історичний, системного аналізу при визначенні характеристик компонентів транспортної системи і аналізі існуючих підходів до прогнозування стану і параметрів системи, математичного моделювання при прогнозуванні характеристик компонентів транспортної системи; математичної статистики при оцінці адекватності моделей; натурно-експериментальних спостережень при аналізі параметрів що визначають параметри досліджуваних систем.

У третьому розділі модель прогнозування стану компонентів даної системи або системи в цілому пропонується подати у вигляді:

$$X(t) = X_0 q(t) + X_H p(t), \quad (1)$$

де $X(t)$ – поточна кількісна характеристика компонента системи;

X_0 – кількісна характеристика компонента при $t = 0$;

X_H – кінцева (задана) характеристика стану компонента при $t = t_3$;

$t_0 \dots t_3$ – час існування системи від початкового (фактичного) t_0 до кінцевого (заданого) t_3 стану;

$p(t)$ – імовірність переходу системи з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий) стан; $q(t) = 1 - p(t)$.

У дослідженні під кінцевим (заданим) розуміється оптимальний стан, адекватний умовам і завданням функціонування системи.

Імовірності переходу компонентів системи з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий) стан можуть бути визначені шляхом розгляду динаміки станів на організаційному рівні.

Модель функціонування транспортної системи з урахуванням особливостей “суб'єкта праці (трудового колективу) – знаряддя праці (машини і механізмів) – продукту праці (побудованої автомобільної дороги або дороги, що змінила свій стан)” у замкнутому стані розроблена сумісно з професором Е.В. Гавриловим. Відповідно до цієї моделі динаміка імовірності переходів компонентів системи з фактичного в заданий стан описується наступною системою диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} C_\kappa \frac{d\Delta P_\kappa}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{сер.\kappa}}{\partial P_3} \Delta P_3 + \frac{\partial Q_{сер.\kappa}}{\partial P_\partial} \Delta P_\partial \right) - \frac{\partial Q_\kappa}{\partial P_\kappa} \Delta P_\kappa \right) &= \frac{\partial Q_{сер.\kappa}}{\partial P_c} \Delta P_c; \\ C_3 \frac{d\Delta P_3}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{сер.3}}{\partial P_\kappa} \Delta P_\kappa + \frac{\partial Q_{сер.3}}{\partial P_\partial} \Delta P_\partial \right) - \frac{\partial Q_3}{\partial P_3} \Delta P_3 \right) &= \frac{\partial Q_{сер.3}}{\partial P_c} \Delta P_c, \\ C_\partial \frac{d\Delta P_\partial}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{сер.\partial}}{\partial P_\kappa} \Delta P_\kappa + \frac{\partial Q_{сер.\partial}}{\partial P_3} \Delta P_3 \right) - \frac{\partial Q_\partial}{\partial P_\partial} \Delta P_\partial \right) &= \frac{\partial Q_{сер.\partial}}{\partial P_c} \Delta P_c, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\Delta P_\kappa, \Delta P_3, \Delta P_\partial$ – прирости імовірності переходу трудового колективу ΔP_κ , засобів (машин і механізмів) ΔP_3 і продукту праці (побудованої автомобільної дороги або дороги, що змінила свій стан) ΔP_∂ з фактичного в нормальний стан;

ΔP_c – збільшення імовірності переходу зовнішнього середовища з фактичного в заданий стан;

$Q_\kappa, Q_3, Q_\partial$ – абсолютні організації трудового колективу Q_κ , засобів (машин і механізмів) Q_3 і продукту праці (побудованої автомобільної дороги або дороги, що змінила свій стан) Q_∂ ;

$Q_{сер.к}, Q_{сер.з}, Q_{сер.д}$ – норми абсолютної організації для трудового колективу $Q_{сер.к}$, засобів (машин і механізмів) $Q_{сер.з}$ і продукту праці (побудованої автомобільної дороги або дороги, що змінила свій стан) $Q_{сер.д}$;

C_k, C_z, C_d – організаційна місткість трудового колективу C_k , засобів (машин і механізмів) C_z і продукту праці (побудованої автомобільної дороги або дороги, що змінила свій стан) C_d .

Частинне рішення системи рівнянь представляється у вигляді:

$$\begin{aligned}
 P_k(\tau) &= \frac{C_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} \beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau - e^{\alpha \tau_3} \beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3] + \\
 &+ \frac{C_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} \alpha \sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau - e^{\alpha \tau_3} \alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3] + C_3; \\
 P_z(\tau) &= \frac{C_0 M_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1 M_1 - C_2 M_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} \beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau - e^{\alpha \tau_3} \beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3] + \\
 &+ \frac{C_1 M_2 + C_2 M_1}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3)] + C_4; \\
 P_d(\tau) &= \frac{C_0 N_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1 N_1 + C_2 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} \beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau - e^{\alpha \tau_3} \beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3] + \\
 &+ \frac{C_2 N_1 - C_1 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} \alpha \sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau - e^{\alpha \tau_3} \alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3] + C_5,
 \end{aligned} \tag{3}$$

де C_0, C_1, C_2 – довільні постійні залежні від початкових умов;

C_3, C_4, C_5 – постійні інтегрування;

λ_1 – корінь характеристичного рівняння;

α – дійсна частина комплексно-зв'язаного кореня;

β – кругова частота коливань;

τ – безрозмірний час;

τ_3 – безрозмірний лаг стану;

P_k, P_z, P_d – імовірність переходу трудового колективу P_k , засобів (машин і механізмів) P_z і продукту праці (побудованої або автомобільної дороги, що змінила свій стан) P_d з фактичного в заданий стан;

Вважаючи, що при $\tau = \tau_3$, $P_k = 1$, $P_z = 1$, $P_d = 1$, визначимо постійні інтеграції у вигляді

$$\begin{aligned}
 C_3 &= 1 - C_0 \frac{1}{\lambda_1} e^{\lambda_1 \tau_3} + C_1 \frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3) + \\
 &+ C_2 \frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3); \\
 C_4 &= 1 - C_0 \frac{M_0}{\lambda_1} e^{\lambda_1 \tau_3} - \frac{C_1 M_1 - C_2 M_2}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3) - \\
 &- \frac{C_1 M_2 + C_2 M_1}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3);
 \end{aligned}$$

$$C_5 = 1 - C_0 \frac{N_0}{\lambda_1} e^{\lambda_1 \tau_3} - \frac{C_1 N_1 + C_2 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3) - \\ - \frac{C_2 N_1 - C_1 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3).$$

Довільні постійні C_0, C_1, C_2 розраховуємо за формулами

$$C_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta_0}, \quad (4)$$

$$C_1 = \frac{\Delta_2}{\Delta_0}, \quad (5)$$

$$C_2 = \frac{\Delta_3}{\Delta_0}, \quad (6)$$

де $\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ – визначники канонічної системи.

Якщо при $\tau=0, P_k=0, P_3=0, P_0=0$, то $\Delta_2=\Delta_3=0$. У цьому випадку рівняння (3) перетворюються до вигляду

$$P_k(\tau) = \frac{C_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + 1; \\ P_3(\tau) = \frac{C_0 M_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + 1; \\ P_0(\tau) = \frac{C_0 N_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + 1. \quad (7)$$

Розглянута модель прогнозування розвитку системи дорожнього господарства дозволяє використовувати системний підхід для оцінки стану його компонентів, тобто у взаємозв'язку й взаємообумовленості. Отримані рішення у вигляді (7) справедливі для замкнутого в організаційному відношенні стану транспортної системи «суб'єкт праці (трудовий колектив) – знаряддя праці (машини і механізми) – продукт праці (побудована автомобільна дорога, або дорога що змінила свій стан)».

На рис. 4 побудовано графік, на якому відображені замкнуті й розімкнуті періоди, замкнуті періоди характеризуються стрімким зменшенням. Тривалість цих періодів зменшується у 2 рази при переході від одного періоду до наступного. Це свідчить про те, що в розвитку дорожнього господарства відбуваються зміни, відокремлюються деякі елементи системи, зменшуються грошові надходження на ремонт доріг і розвиток дорожнього господарства та ін. У свою чергу, періоди прискорених темпів скорочуються в 2 рази при переході до наступного періоду. Останнє свідчить про те, що система функціонує, але з меншими потенційними можливостями, які зникають або зменшуються під час уповільнених темпів розвитку системи.

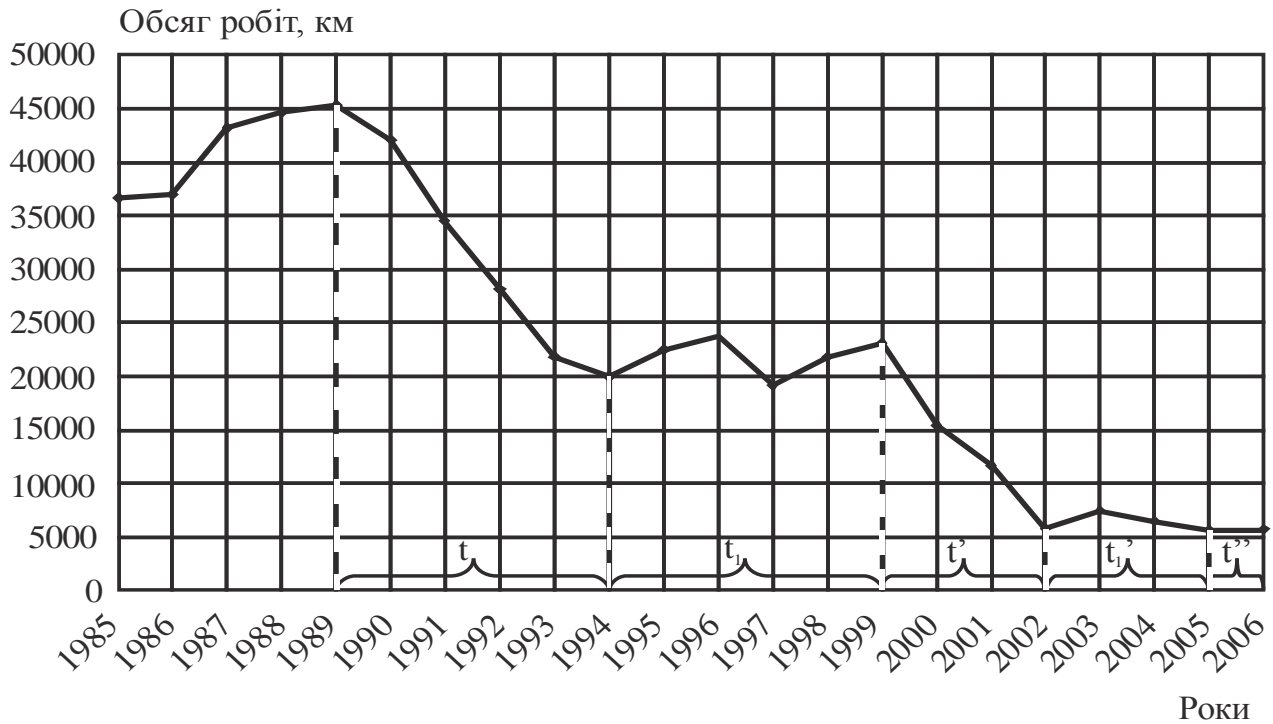


Рис.4. Замкнуті й розімкнуті періоди існування системи
 t, t', t'' - тривалість замкнутих періодів існування системи;
 t_1, t'_1 - тривалість розімкнутих періодів існування системи.

Знаючи вірогідність переходу системи з фактичного в заданий стан, можна визначити теоретичний обсяг робіт за формулою:

$$L_T = L_0(1 - P_\kappa(\tau)) + L_\infty P_\kappa(\tau), \quad (8)$$

де L_T - теоретичний обсяг;

L_0 - початковий обсяг робіт замкнутого періоду;

L_∞ - кінцевий обсяг робіт замкнутого періоду.

На рис. 5 наведені дві криві, які відображають емпіричні й теоретичні обсяги робіт дорожнього господарства та позначені періоди розвитку дорожнього господарства: замкнуті й розімкнуті. Замкнуті періоди розраховані за математичною моделлю довгострокового прогнозування.

Такими чином, використавши модель довгострокового прогнозування, ми отримали теоретичну модель розвитку дорожнього господарства.

Якщо розглянути співвідношення замкнутих періодів, а точніше співвідношення початкової і кінцевої точок періоду, то можна визначити, наскільки крива збільшується або зменшується в тому чи іншому періоді, а також зробити аналіз зростання чи зменшення обсягів робіт дорожнього господарства.

Розглянемо теоретичну криву розвитку дорожнього господарства й визначимо коефіцієнт зменшення:

$$K = \frac{L_0}{L_\infty}, \quad (9)$$

де K - співвідношення початкової і кінцевої точок замкнутого періоду;

L_0 - початкова точка замкнутого періоду;

L_∞ - кінцева точка замкнутого періоду.

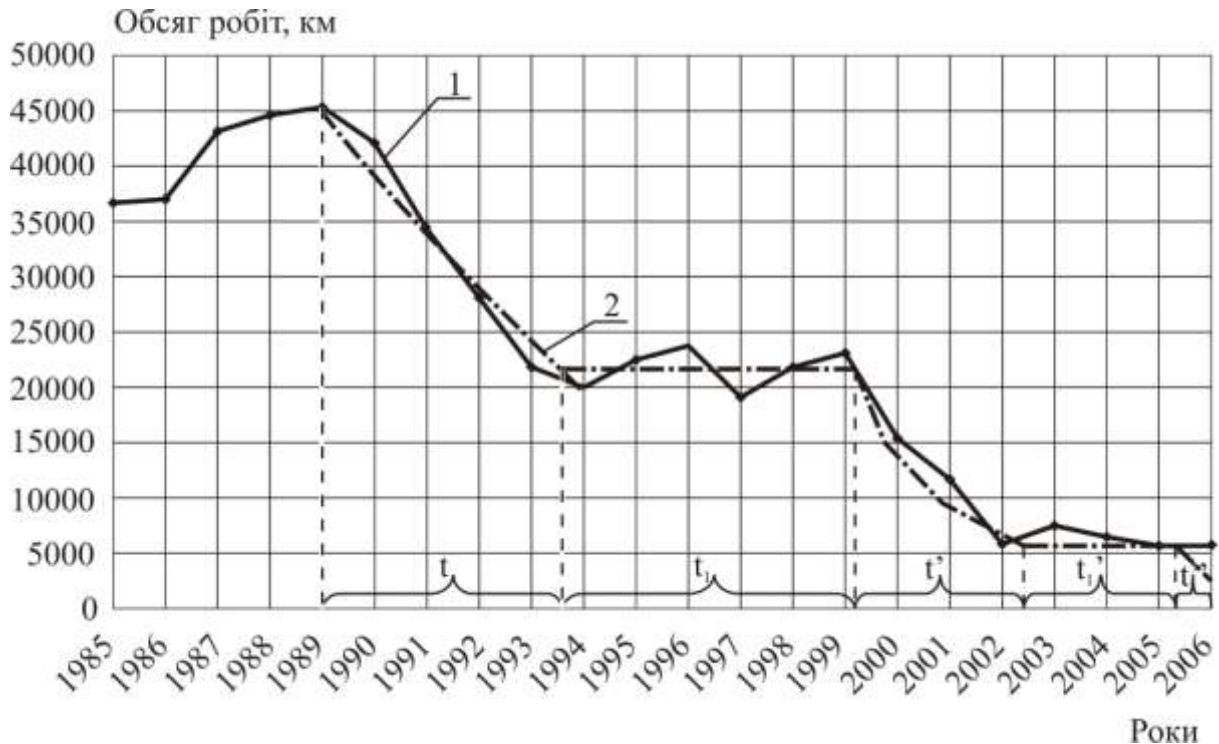


Рис. 5. Емпіричні та теоретичні обсяги робіт дорожнього господарства

1 – емпіричні обсяги робіт дорожнього господарства;

2 – теоретичні обсяги робіт дорожнього господарства.

Вирівнювання емпіричних даних за методом найменших квадратів показало, що коефіцієнти приросту обсягів робіт при переході до послідовних періодів стану змінюються відповідно до формул

$$k_s = 1 - 0,46n + 0,46n^2; \quad (10)$$

$$k_p = 1,19 - 0,065m, \quad (11)$$

де k_s – коефіцієнти приросту обсягів робіт у періоди прискорених темпів розвитку відповідно;

k_p – коефіцієнти приросту обсягів робіт у періоди вповільнених темпів розвитку відповідно;

n, m – номери періодів прискорених і уповільнених темпів розвитку.

Зв'язок коефіцієнтів приросту обсягів робіт з номерами замкнутого й розімкнутого станів наведено на рис. 6, 7.

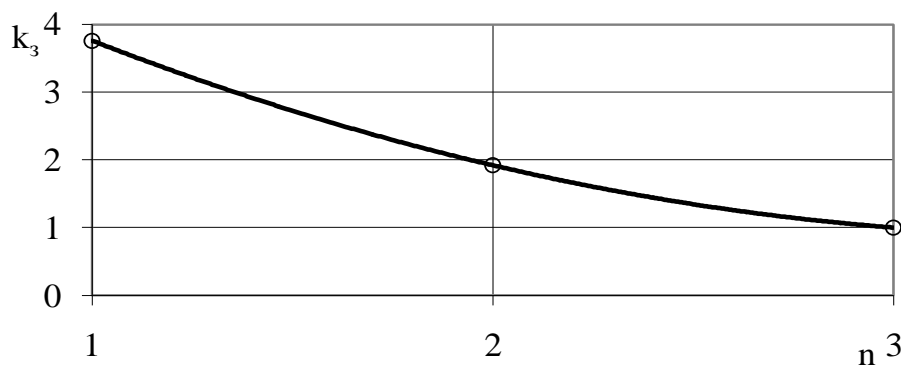


Рис. 6. Зв'язок коефіцієнта приросту обсягів робіт з номером періоду замкнутого стану на даному етапі еволюції системи

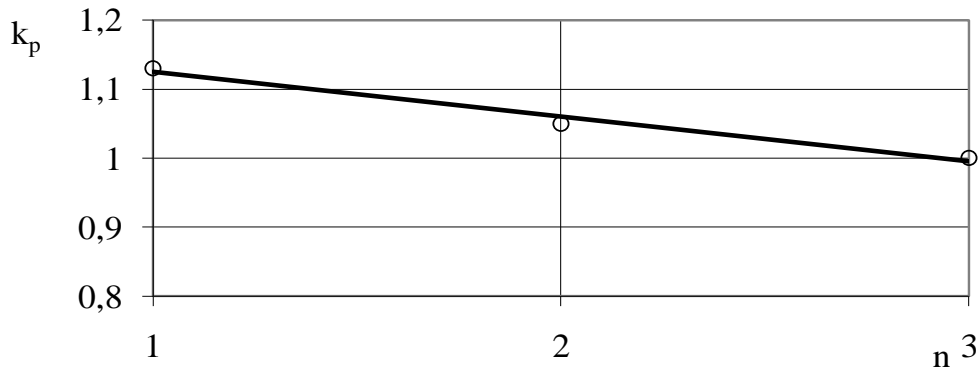


Рис. 7. Зв'язок коефіцієнта приросту обсягів робіт з номером періоду розімкнутого стану на даному етапі еволюції системи

Закономірність розвитку дослідницького процесу полягає в тому, що система розвивається симетрично, тому можна представити модель розвитку в такому вигляді (рис.8):

Обсяг робіт, км

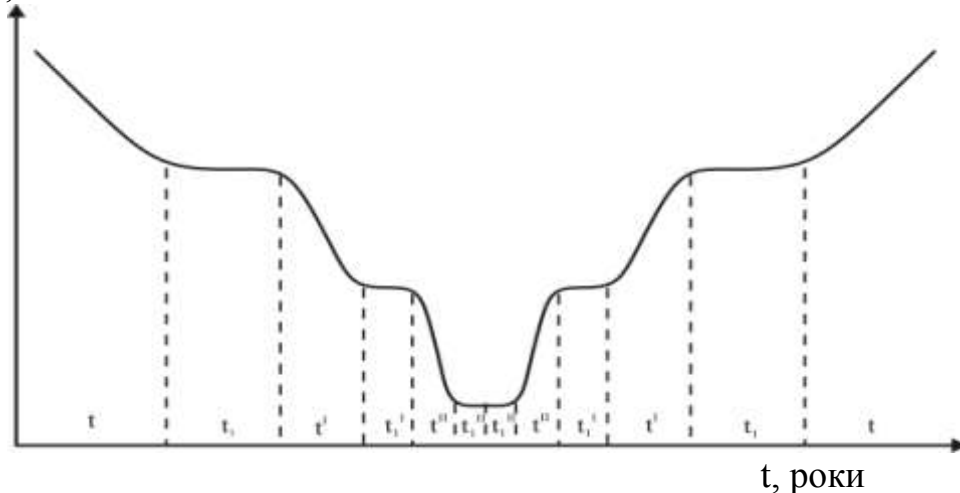


Рис. 8. Пропорційне співвідношення замкнутих періодів

Зробивши аналіз даних й розрахунок теоретичних значень обсягів робіт дорожнього господарства, використавши модель довгострокового прогнозування, визначили адекватність теоретичної моделі розвитку дорожнього господарства. Запропонована теоретична модель довгострокового прогнозування має значимі для цілей науки й практики показники адекватності й достовірності (зокрема критерій достовірності для першого замкнутого періоду складає $t_p = 0,04$, а для другого замкнутого періоду $t_p = 0,91$ при табличному значенні $t_m = 2,571$) що уможлиблює її використання для визначення стану системи і її параметрів у часі стосовно дорожнього господарства.

У **четвертому розділі** виконано довгостроковий прогноз обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством і загальної потреби в інженерних кадрах дорожніх господарств до 2025 року.

Довгострокове прогнозування досліджуваних характеристик доцільно виконувати у два етапи:

- на першому етапі, використовуючи коефіцієнти приросту всередині етапу і співвідношення між приростами перших періодів замкнутого стану й перших періодів розімкнутого стану II і III етапів, виконуємо прогноз початкових і кінцевих значень характеристик у різні періоди існування транспортної системи (табл. 1);

- на другому етапі, використовуючи математичну модель прогнозування розвитку системи у замкнутому стані, знаходимо чисельні значення характеристик усередині періодів (табл. 2).

Таблиця 1

Прогноз початкових і кінцевих значень досліджуваних характеристик у різні періоди існування транспортної системи

| Прогноз початкових і кінцевих значень довжини доріг | | | | |
|---|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Стан системи | Період існування, роки | Коефіцієнт приросту довжини доріг | Початкова довжина доріг, км | Кінцева довжина доріг, км |
| розімкнутий | 2006-2008 | 1,13 | 2568,95 | 2919,26 |
| замкнутий | 2008-2011 | 1,92 | 2919,26 | 5598,25 |
| розімкнутий | 2011-2014 | 1,05 | 5598,25 | 5867,71 |
| замкнутий | 2014-2019 | 3,76 | 5867,71 | 22057,11 |
| розімкнутий | 2019-2025 | 1 | 22057,11 | 22057,11 |

Таблиця 2

Чисельний прогноз характеристик компонентів транспортної системи за роками

| Чисельні прогнози характеристик компонентів транспортної системи | | | | | |
|--|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|
| Роки | Довжина доріг, км | Роки | Довжина доріг, км | Роки | Довжина доріг, км |
| 2006 | 2568,95 | 2013 | 5867,7095 | 2020 | 22057,11 |
| 2007 | 2919,26 | 2014 | 5867,7095 | 2021 | 22057,11 |
| 2008 | 2919,26 | 2015 | 9608,5143 | 2022 | 22057,11 |
| 2009 | 3741,2494 | 2016 | 13079,021 | 2023 | 22057,11 |
| 2010 | 4503,8448 | 2017 | 16298,761 | 2024 | 22057,11 |
| 2011 | 5867,7095 | 2018 | 19285,854 | 2025 | 22057,11 |
| 2012 | 5867,7095 | 2019 | 22057,11 | - | - |

Прогнози значень обсягів робіт (довжини доріг), виконаних дорожнім господарством, представлені на рис. 9.

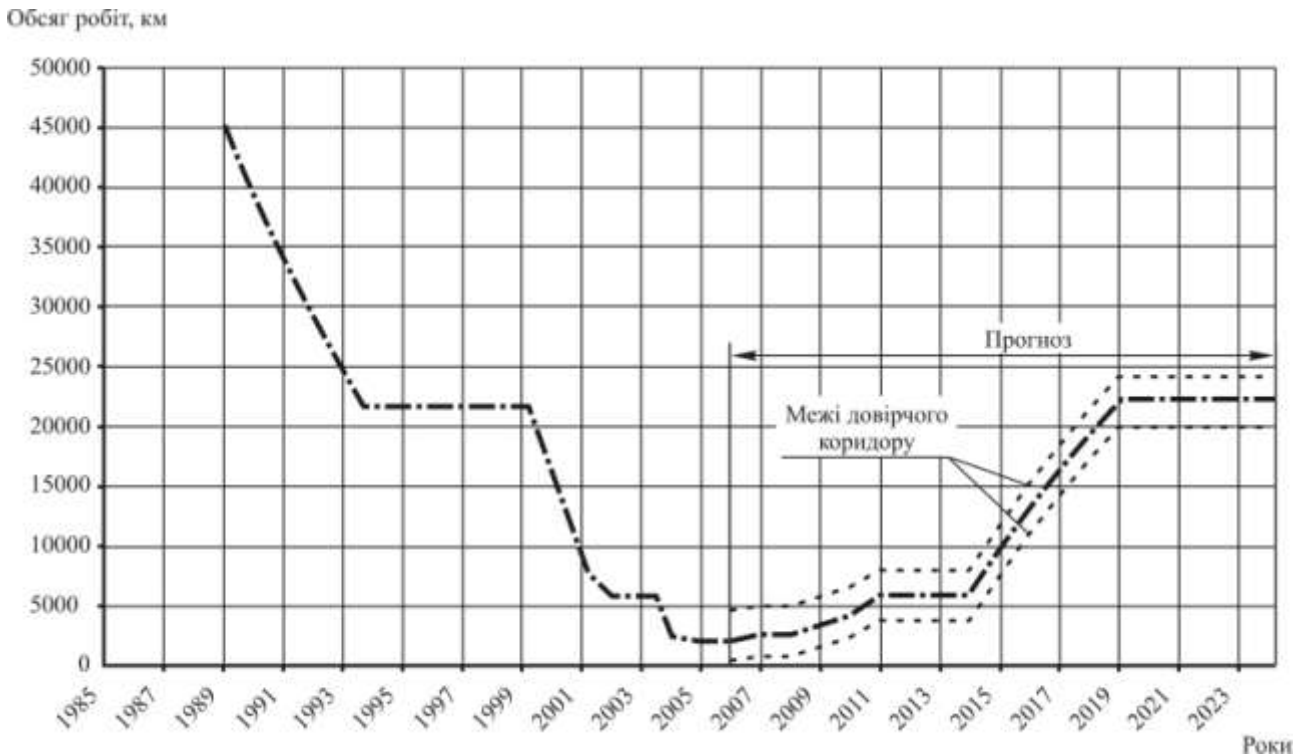


Рис. 9. Прогноз обсягів робіт (довжини доріг), виконаних дорожнім господарством

Зіставлення статистичних даних, що характеризують зростання обсягів виробництва для кожного року і чисельність спеціалістів, дозволяє визначити коефіцієнт насичення галузі спеціалістами за формулою

$$n_i = \frac{N_i}{L_i}, \quad (12)$$

де n_i - коефіцієнт насичення галузі спеціалістами;

L_i - обсяг робіт i -го року;

N_i - чисельність спеціалістів i -го року.

Коефіцієнт насичення галузі спеціалістами показує, яка кількість спеціалістів припадає на одиницю обсягу робіт, прийняту як масштаб вимірювання. Середнє значення цього коефіцієнта за досліджуваний період може характеризувати розрахунковий показник насичення галузі спеціалістами на планований термін і розраховується за формулою

$$\bar{n}_0 = \frac{\sum N_i}{n}, \quad (13)$$

де n_0 - середнє значення коефіцієнта насичення;

n - кількість років розглянутого періоду.

У цьому випадку потребу у спеціалістах на будь-який прогнозований період розраховуємо за формулою

$$N_n = N_i + \bar{n}_0 \Delta L_E, \quad (14)$$

де N_n - необхідна за обсягами робіт чисельність спеціалістів;

ΔL_E - прогнозований приріст обсягу робіт в розрахунковому періоді (стосовно попереднього року).

Чисельний прогноз необхідної за обсягами робіт чисельності спеціалістів, розрахований за формулою (14), наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Чисельний прогноз характеристик компонентів транспортної системи по роках

| Чисельні прогнози характеристик компонентів транспортної системи | | | | | |
|--|--------------------------------|------|--------------------------------|------|--------------------------------|
| Роки | Чисельність спеціалістів, осіб | Роки | Чисельність спеціалістів, осіб | Роки | Чисельність спеціалістів, осіб |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2006 | 52857 | 2013 | 50804 | 2020 | 41806 |
| 2007 | 61514 | 2014 | 50804 | 2021 | 50804 |
| 2008 | 49667 | 2015 | 50804 | 2022 | 50804 |
| 2009 | 50804 | 2016 | 38658 | 2023 | 50804 |
| 2010 | 48135 | 2017 | 39536 | 2024 | 50804 |
| 2011 | 48328 | 2018 | 40350 | 2025 | 50804 |
| 2012 | 46376 | 2019 | 41106 | - | - |

Прогноз потреби в інженерних кадрах дорожнього господарства та сумісний прогноз потреби в інженерних кадрах і обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством наведено на рис. 10 та рис. 11 відповідно.

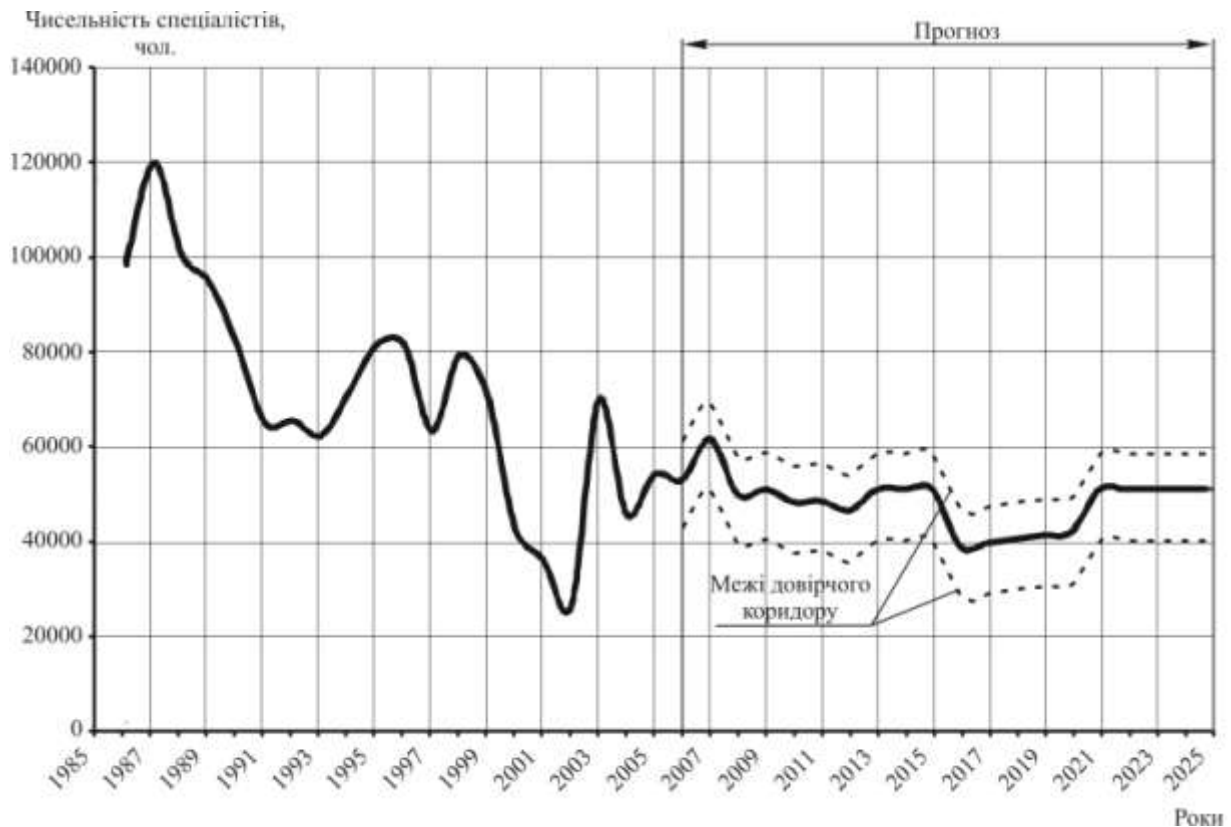


Рис.10. Прогноз потреби в інженерних кадрах дорожнього господарства

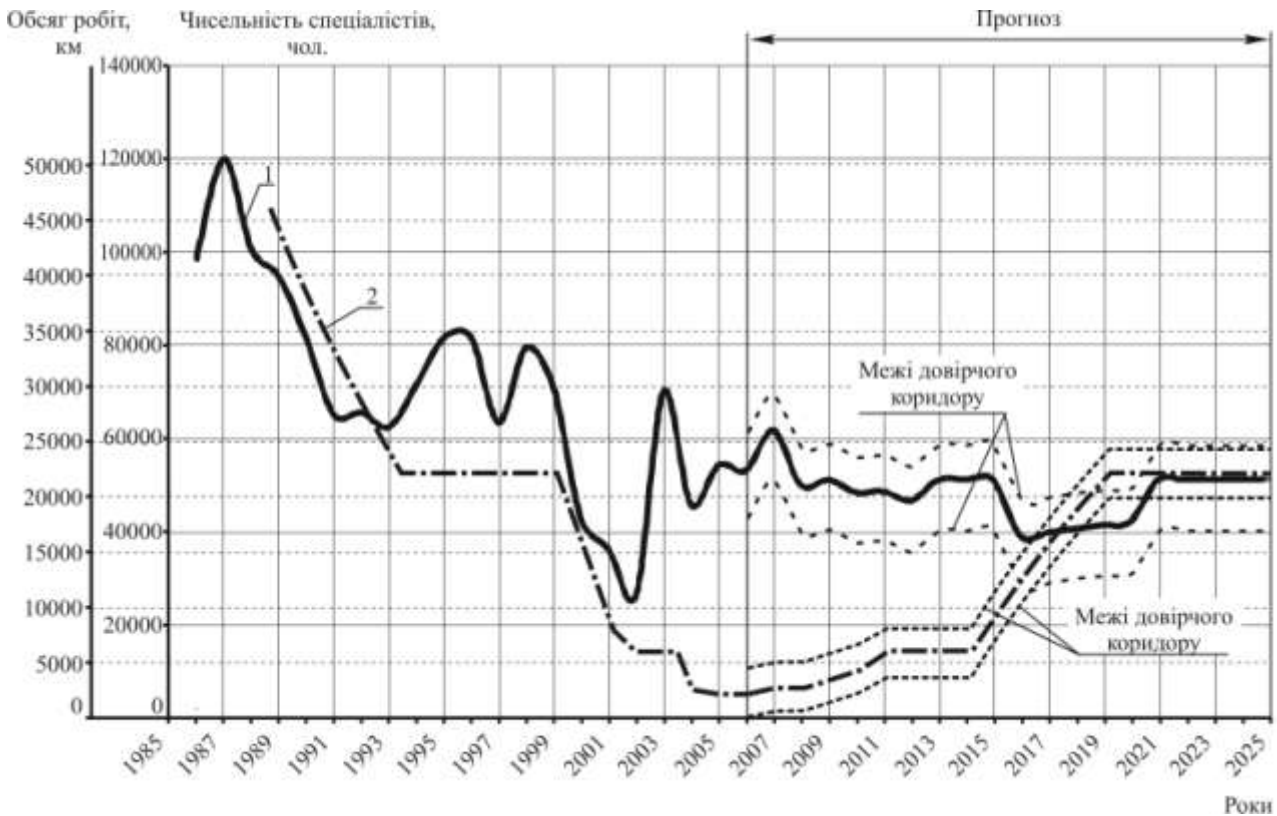


Рис.11. Сумісний прогноз потреби в інженерних кадрах і обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством

- 1 – чисельність інженерних кадрів у дорожньому господарстві;
2 – обсяг робіт, виконаних дорожнім господарством.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз станів становлення і розвитку дорожнього господарства України дозволив визначити тривалість замкнутих і розімкнутих етапів існування транспортної системи у попередні етапи еволюції.

2. Виконано аналіз існуючих методів вирішення завдань прогнозування, що дозволило визначити їх недоліки. До основних недоліків відносяться: незначний термін прогнозування (короткостроковий та середньостроковий), неможливість використання великої кількості факторів при застосуванні експертного методу, залежність прогнозів від компетенції і досвіду експертів, жорстка фіксація моделі зв'язку в матричному методі, подання коефіцієнтів регресії у вигляді часу не виявляє причин їх зміни, неможливість оцінити випадковість і імовірність компоненти досліджуваного процесу при застосуванні математичних методів.

Для довгострокового прогнозування найбільш доцільним є використання методу еволюційно-імовірнісного прогнозування, запропонованого Е. В. Гавриловим.

3. Проблему довгострокового прогнозування характеристик компонентів транспортної системи бажано вирішувати з урахуванням не тільки імовірності знаходження системи у початковому (фактичному) стані, а і у кінцевому (заданому) стані.

4. Удосконалено метод еволюційно-імовірнісного прогнозування щодо визначення характеристик компонентів транспортної системи, що складається з суб'єкту праці (трудового колективу) – знаряддя праці (машин і механізмів) – продукту праці (побудованої автомобільної дороги, або дороги що змінила свій стан) за рахунок визначення імовірності знаходження системи не лише у початковому (фактичному) а і у кінцевому (заданому) стані.

5. Визначені параметри удосконаленої математичної моделі існування транспортної системи в замкнутому стані. Замкнуті періоди характеризуються стрімким зменшенням. У періоди прискореного зменшення відображаються ті зміни в системі, які відбулися в період уповільнених темпів у розвитку дорожнього господарства. Тривалість періодів уповільнених темпів у розвитку дорожнього господарства зменшується у 2 рази при переході від одного періоду до наступного. Це свідчить про те, що в розвитку дорожнього господарства відбуваються зміни, відокремлюються деякі елементи системи, зменшуються грошові надходження на ремонт доріг і розвиток дорожнього господарства та ін. У свою чергу, періоди прискорених темпів скорочуються в 2 рази при переході до наступного періоду. Останнє свідчить про те, що система функціонує, але з меншими потенційними можливостями, які зникають або зменшуються під час уповільнених темпів розвитку системи.

6. Запропонована теоретична модель довгострокового прогнозування має позитивні для цілей науки і практики показники адекватності й достовірності (зокрема критерій достовірності для першого замкнутого періоду складає $t_p = 0,04$, а для другого замкнутого періоду $t_p = 0,91$ при табличному значенні $t_T = 2,571$) що уможливило її використання для визначення стану системи і її параметрів у часі стосовно дорожнього господарства.

7. Надана послідовність довгострокового прогнозування характеристик компонентів транспортної системи дозволила визначити обсяги робіт дорожнього господарства і загальної потреби в інженерних кадрах України до 2025 року. При цьому побудовано розтруб прогнозу, що показує верхню оптимістичну й нижню песимістичну границі прогнозу.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1 Савченко Т. А. Использование математических моделей при формировании координированных маршрутных систем / Т. А. Савченко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Тематичний випуск: Транспортне машинобудування. – 2003. – №7, Т.2 – С. 61 – 68.

2 Савченко Т. А. Прогнозирование развития дорожного хозяйства Украины на этапе перехода к рыночной экономики / Т. А. Савченко, Э. В. Гаврилов, И. Э. Линник, // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Тематичний випуск: Транспортне машинобудування. – 2006. – №26 – С. 57 – 66.

3 Самісько Т. О. Прогнозування обсягів робіт, виконуваних дорожнім

господарством України / Т.О.Самісько, М. А.Григоров // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2007. - № 2 (5). – С. 85–90.

4 Самісько Т. О. Прогнозування загальної потреби інженерних кадрів у дорожній галузі України / Т. О.Самісько, В. К. Доля, М. А.Григоров // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2007. – С.46 – 50.

5 Самісько Т.О. Етапи становлення і розвитку дорожнього господарства України / Т.О.Самісько // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту.– 2008. – № 2 (7). – С. 79 – 83.

6 Самісько Т. О. Методи прогнозування компонентів дорожньо-транспортної системи // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективний розвиток науки і техніки» (7-15 лист. 2008р.) - 2008. - №13. – с.65 – 66.

7 Самісько Т. О. Етапи становлення і розвитку дорожнього господарства України // Науковий потенціал України 2008: Матеріали четвертої всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (26-28 бер. 2008р.) - К.: ТК Меганом, 2008 – С. 65 – 66.

АНОТАЦІЯ

Самісько Т.О. Прогнозування обсягів робіт на мережі автомобільних доріг як складової транспортної системи країни. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи. – Харківська національна академія міського господарства, Харків, 2010.

Дисертація присвячена довгостроковому прогнозуванню обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством, та потреби в інженерних кадрах дорожніх організацій. В роботі проведено аналіз історії розвитку автомобільних доріг, визначено етапи й періоди розвитку характеристик компонентів транспортної системи (на прикладі України), установлені лаги станів і тренд еволюції транспортної системи в замкнутому й розімкнутому станах. Розроблено загальні підходи до визначення параметрів математичної моделі прогнозування, установлено коефіцієнти приросту обсягів робіт і інженерних кадрів дорожнього господарства України. Виконано довгостроковий прогноз обсягів робіт, виконуваних дорожнім господарством, і загальної потреби в інженерних кадрах дорожніх господарств до 2025 року. Побудовано розтруб прогнозу, що показує верхню оптимістичну та нижню песимістичну межі прогнозу.

Ключові слова: прогноз, аналіз, стан системи, мережа доріг, транспортна система, обсяг робіт, інженерні кадри, довгострокове прогнозування.

АННОТАЦИЯ

Самисько Т.А. Прогнозирование объемов работ на сети автомобильных дорог как составляющей транспортной системы страны. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 - транспортные системы. - Харьковская национальная академия городского хозяйства, Харьков, 2010.

Диссертация посвящена долгосрочному прогнозированию объемов работ, выполненных дорожным хозяйством и потребности в инженерных кадрах дорожных организаций.

Процессы формирования и разрушения транспортной системы должны подчиняться природным законам их эволюции. Несогласованность между природным и субъективно обоснованным ходом развития транспортной системы может привести к большим экономическим затратам. Поэтому эффективность мероприятий по преобразованию транспортной системы в значительной степени зависит от имеющейся информации о возможных результатах и последствиях управляющих действий. Такая информация может быть получена как результат научно обоснованных прогнозов. Глубина прогнозирования оценок результатов управляющих действий должна достигать 30-40 лет.

На сегодняшний день практически нерешенной остается проблема долгосрочного прогнозирования объемов работ, выполненных дорожным хозяйством, и потребности в инженерных кадрах дорожных организаций.

В процессе анализа литературных источников и научных работ установлено, что решение данной проблемы возможно путем эволюционного моделирования с последующим прогнозированием отношений между компонентами транспортной системы с учетом особенностей «субъекта труда (трудовых коллективов) – средств труда (машин и механизмов)– продукта труда(построенной или автомобильной дороги, которая изменила свое состояние)».

Разработана теоретическая модель долгосрочного прогнозирования характеристик компонентов транспортной системы, которая имеет приемлемые для целей науки и практики показатели адекватности и достоверности, что делает возможным ее использование для определения состояния системы и ее параметров во времени относительно дорожного хозяйства.

При выполнении исследования разработаны общие подходы к определению параметров математической модели прогнозирования, которые позволили установить лаги состояния транспортной системы и коэффициенты прироста объемов работ и инженерных кадров дорожных хозяйств на примере Украины.

Выполнен долгосрочный прогноз объемов работ и общей потребности в инженерных кадрах дорожных хозяйств до 2025 года. Построен раструб

прогноза, который позволил определить верхнюю оптимистическую и нижнюю пессимистическую границы прогноза.

Ключевые слова: прогноз, анализ, состояние системы, сеть дорог, транспортная система, объем работ, инженерные кадры, долгосрочное прогнозирование.

THE SUMMARY

Samisko T. O. Forecasting of amounts of works for networks of highways as making transport system of the country. - The manuscript.

The dissertation for a scientific degree of the candidate of engineering science on a specialty 05.22.01 - transport systems; Kharkov national academy of municipal facilities, Kharkiv, 2010.

The thesis deals with the long-term forecasting of the efforts made by the road services and the transport enterprises need in engineering skills. In the work history analysis of the road development is carried out. The stages of the transport system components development (on the pattern of Ukraine) are determined. The condition lags and transport system evolution trend in the closed and open conditions are specified. General approaches to the parameters determination of the forecasting mathematical model are developed. The lags of the transport system conditions and accession rates of efforts and engineering skills are determined. The long-term forecasting of the efforts made by the road services and general needs in engineering skills up to 2025 is carried out. Forecasting socket indicating the forecasting upper optimistic and lower pessimistic level is made.

Key words: forecasting, analysis, system condition, road network, transport system, efforts, engineering skills, long-term forecasting.

Т.О.Самісько

Прогнозування обсягів робіт на мережі автомобільних доріг як складової
транспортної системи країни

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск І.Е. Линник

Підписано до друку 14. 05. 2010 р. Формат 60×84 1/16. Папір офісний.
Друк на ризографі. Умовн.-друк. арк. 0,9 Зам. № 4994. Тираж 100 прим.

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, Харків, вул. Революції, 12